

# Kraftstoffversorgungsanlage

**Patent number:** DE4444417  
**Publication date:** 1996-06-20  
**Inventor:** REMBOLD HELMUT DIPL ING (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
 - international: F02M37/04  
 - european: F02M59/34, F02M59/46E, F02M69/08, F02M69/46B2, F02M63/02C  
**Application number:** DE1994444417 19941214  
**Priority number(s):** DE1994444417 19941214

Also published as:

JP8218964 (A)  
 GB2296040 (A)  
 FR2728309 (A)

## Abstract of DE4444417

The output of an engine-driven fuel pump 16 supplying injection nozzles 20 is controlled by a throttle valve 12 in the supply from a feed pump 6 in dependence on the injector supply rail pressure. The valve 12 has an electromagnet (46a, Figs. 2, 4 and 5) setting a spring-biased open (Figs. 2 and 4) or closed (Fig. 5) throttle needle (44). The fuel is swirled upstream of the throttle cross-section (42a) and air is drawn through a non-return valve (48) into the fuel at or downstream of the throttle cross-section through an air permeable material (58) at a rate determined by the fuel pressure. A passage (62, 64) by-passing the throttle cross-section or in one of the throttle defining members provides a fuel flow when the cross-section is otherwise closed. The injectors 20 may provide direct petrol injection.

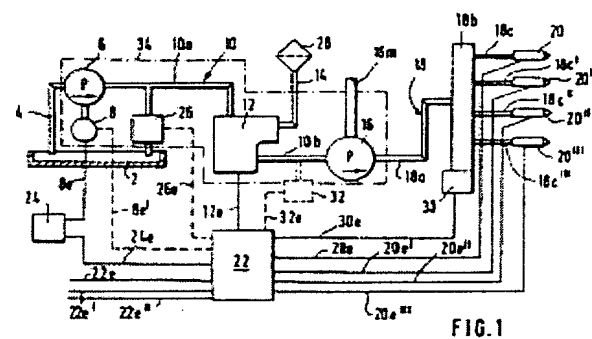


FIG.1

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 44 44 417 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 02 M 37/04

②1 Aktenzeichen: P 44 44 417.6  
②2 Anmeldetag: 14. 12. 94  
④3 Offenlegungstag: 20. 6. 96

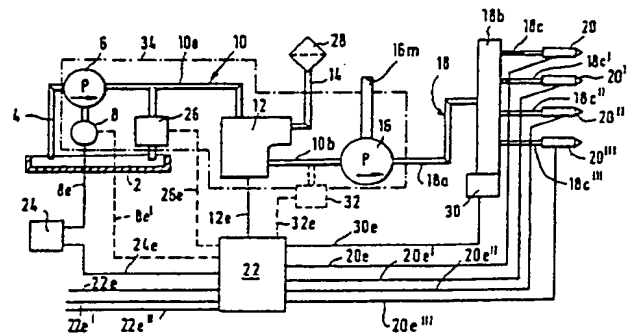
DE 44 44 417 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Rembold, Helmut, Dipl.-Ing., 70435 Stuttgart, DE

⑤4 Kraftstoffversorgungsanlage

⑤7 Bisher war bei einer Kraftstoffversorgungsanlage mit einer von der Brennkraftmaschine mechanisch direkt angetriebenen Kraftstoffpumpe die Regelung des Drucks am Eingang zu den Kraftstoffdüsen relativ aufwendig. Bei vielen bisher vorgeschlagenen Lösungen war die Dissipation in der Kraftstoffversorgungsanlage recht hoch.  
Es wird vorgeschlagen, vor der mechanisch angetriebenen Kraftstoffpumpe (16) ein steuerbares Drosselventil (12) anzuordnen. Damit kann auf einfache Weise und ohne nennenswerte Dissipation der Druck in der Kraftstoffleitung (18) zu den Kraftstoffdüsen (20, 20', 20'', 20''') geregelt werden.  
Die Kraftstoffversorgungsanlage ist insbesondere für Brennkraftmaschinen mit Benzin-Direkteinspritzung geeignet.



DE 44 44 417 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 96 602 025/129

16/24

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bisher gab es Kraftstoffversorgungsanlagen, bei denen eine erste Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstoffvorratsbehälter Kraftstoff über eine Kraftstoffverbindung zu einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert. Die zweite Kraftstoffpumpe ihrerseits fördert den Kraftstoff zu mindestens einer Kraftstoffdüse. Üblicherweise ist die Anzahl der Kraftstoffdüsen gleich der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine.

Bei der bekannten Kraftstoffversorgungsanlage wird die zweite Kraftstoffpumpe von der Brennkraftmaschine unmittelbar mechanisch angetrieben. Wegen dieser mechanischen Verbindung zwischen einer Abtriebswelle der Brennkraftmaschine und der zweiten Kraftstoffpumpe ist die Drehzahl der zweiten Kraftstoffpumpe starr an die Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Da es wünschenswert ist, die Förderleistung der zweiten Kraftstoffpumpe unabhängig von der Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine zu beeinflussen bzw. den Druck des Kraftstoffs am Eingang zur Kraftstoffdüse zu steuern, gibt es bei der bekannten Kraftstoffversorgungsanlage ein Korrekturglied und eine Mengenregelung zum Steuern der Kraftstoffförderung der zweiten Kraftstoffpumpe. Damit die Förderleistung der zweiten Kraftstoffpumpe unabhängig von der Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gesteuert werden kann, ist eine aufwendige verstellbare Kraftstoffpumpe erforderlich. Die Herstellung einer derartigen verstellbaren Kraftstoffpumpe ist sehr kostenintensiv und, weil eine derartige Kraftstoffpumpe viele komplizierte Teile umfaßt, ist die verstellbare Kraftstoffpumpe erhöht störanfällig.

Es besteht auch die Möglichkeit, zwischen der zweiten Kraftstoffpumpe und der mindestens einen Kraftstoffdüse ein verstellbares Drucksteuerventil einzubauen. Mit diesem Drucksteuerventil kann ein Teil des überschüssigen Kraftstoffs in den Kraftstoffvorratsbehälter zurückgeleitet werden. Auf diese Weise kann der Druck am Eingang zur Kraftstoffdüse beeinflußt werden. Da jedoch dabei der Druck des zurückgeleiteten Kraftstoffs von einem hohen Niveau auf nahezu Null abgebaut wird, bedeutet dies eine erhebliche Dissipation der von der Brennkraftmaschine abgezweigten Energie, was zu einer unerwünschten Erwärmung des Kraftstoffs führt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe auf einfache Weise beeinflußt werden kann. Dabei muß die zweite Kraftstoffpumpe vorteilhafterweise nicht verstellbar sein. Des weiteren ist die Dissipation bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage wesentlich geringer als bei einer Kraftstoffversorgungsanlage, bei der der von der zweiten Kraftstoffpumpe geförderte, aber von der Kraftstoffdüse nicht benötigte überschüssige Kraftstoff über ein Druckregelventil abgeführt wird.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Kraftstoffversorgungsanlage nach dem Hauptanspruch möglich.

Das Zugeben von Luft in den an die Kraftstoffdüse geförderten Kraftstoff verbessert die Aufbereitung und damit die Zündfähigkeit des Kraftstoffs im Brennraum der Brennkraftmaschine wesentlich. Das Zugeben von Luft in die Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe kann auf vorteilhafte Weise mit wenig Aufwand geschehen. Zum Zugeben der Luft ist vorteilhafterweise nur eine schwache Luftförderpumpe bzw. keine Luftförderpumpe erforderlich.

Wegen dem besonders niedrigen Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung zwischen dem steuerbaren Strömungsquerschnitt und der zweiten Kraftstoffpumpe ist ein Zugeben der Luft in diesen Teil der Kraftstoffverbindung vorteilhafterweise mit besonders wenig zusätzlichem Energieaufwand bzw. ohne zusätzlichen Energieaufwand möglich.

Auch das Zuführen der Luft in die Kraftstoffverbindung im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts bietet den Vorteil, daß die Luft ohne erheblichen zusätzlichen Energieaufwand bzw. ganz ohne zusätzlichen Energieaufwand in den Kraftstoff zugegeben werden kann. Im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts ist der Druck des Kraftstoffs besonders niedrig, was das Zugeben der Luft vorteilhafterweise besonders vereinfacht.

Durch den Diffusor kann auf vorteilhafte Weise eine besonders homogene Durchmischung des Kraftstoffs mit der zugeführten Luft erreicht werden.

Das Anordnen des Diffusors im Bereich der Einmündung der Luftzuführung in die Kraftstoffverbindung verbessert ohne nennenswerten Aufwand die Wirksamkeit des Diffusors auf vorteilhafte Weise.

Die Verwirbelungseinrichtung im Verlauf der Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe verbessert die Durchmischung des Kraftstoffs mit der zugeführten Luft auf vorteilhafte Weise wesentlich.

Das Anordnen der Verwirbelungseinrichtung im Bereich kurz vor der Einmündung der Luftzuführung steigert die Wirksamkeit der Verwirbelungseinrichtung wesentlich und führt vorteilhafterweise zu einer besonders guten Durchmischung des Kraftstoffs mit der zugeführten Luft.

Man kann den steuerbaren Strömungsquerschnitt mit einer Betätigungseinrichtung versehen, die so gestaltet ist, daß bei Ansteuerung der Betätigungseinrichtung der Strömungsquerschnitt in Richtung Öffnen verstellt wird. Man kann aber auch die Betätigungseinrichtung so ausbilden, daß eine Ansteuerung der Betätigungseinrichtung den Strömungsquerschnitt in Richtung Schließen verstellt. Wird die Betätigungseinrichtung so ausgebildet, daß eine Ansteuerung der Betätigungseinrichtung den Strömungsquerschnitt in Richtung Öffnen verstellt, so bedeutet dies, daß bei nicht angesteuerter Betätigungseinrichtung der steuerbare Strömungsquerschnitt in Richtung Schließen verstellt wird, was den Vorteil bietet, daß im Falle eines Fehlers der steuerbare Strömungsquerschnitt nicht ungewollt vollständig geöffnet ist.

Der Notdurchflußquerschnitt durch die Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe bietet den Vorteil, daß bei Ausfall der den steuerbaren Strömungsquerschnitt ver-

stellenden Betätigungseinrichtung ein Notbetrieb der Brennkraftmaschine möglich bleibt.

Wird die Betätigungseinrichtung so ausgebildet, daß durch Ansteuern der Betätigungseinrichtung der steuerbare Strömungsquerschnitt in Richtung Schließen verstellt wird, so bedeutet dies, daß bei nicht angesteuerter Betätigungseinrichtung der steuerbare Strömungsquerschnitt in Richtung Öffnen verstellt ist, was den Vorteil bietet, daß die Förderung von Kraftstoff zu der Kraftstoffdüse nicht unterbunden wird.

Die Steuerung des Drucks im Bereich vor der Kraftstoffdüse bietet eine besonders gute Möglichkeit zur präzisen Steuerung des in den Brennraum der Brennkraftmaschine geförderten Kraftstoffs, und die Steuerung des steuerbaren Strömungsquerschnitts in Abhängigkeit des Drucks vor der Kraftstoffdüse bietet eine besonders einfache und energiesparende Möglichkeit zur Beeinflussung des Drucks vor der Kraftstoffdüse.

### Zeichnung

Ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 ein ausgewähltes, besonders vorteilhaft ausgebildetes Ausführungsbeispiel der Kraftstoffversorgungsanlage in Übersicht und die Fig. 2 bis 5 beispielhaft verschiedene und unterschiedlich ausgebildete Einzelheiten der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zum Zumessen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine kann bei verschiedenen Arten von Brennkraftmaschinen verwendet werden. Die Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Ottomotor mit äußerer oder innerer Gemischbildung und Fremdzündung, wobei der Motor mit einem hin- und hergehenden Kolben (Hubkolbenmotor) oder mit einem drehbar gelagerten Kolben (Wankel-Kolbenmotor) versehen sein kann. Die Brennkraftmaschine kann beispielsweise auch ein Hybridmotor sein. Bei diesem Motor mit Ladungsschichtung wird das Kraftstoff-Luftgemisch im Bereich der Zündkerze so weit angereichert, daß eine sichere Entflammung garantiert ist, die Verbrennung im Mittel aber bei stark abgemagertem Gemisch stattfindet.

Der Gaswechsel im Brennraum der Brennkraftmaschine kann beispielsweise nach dem Viertaktverfahren oder nach dem Zweitaktverfahren erfolgen. Zur Steuerung des Gaswechsels im Brennraum der Brennkraftmaschine können in bekannter Weise Gaswechselventile (Einlaßventile und Auslaßventile) vorgesehen sein. Die Brennkraftmaschine kann so ausgebildet sein, daß mindestens eine Kraftstoffdüse den Kraftstoff direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Die Steuerung der Leistung der Brennkraftmaschine erfolgt vorzugsweise durch Steuerung der dem Brennraum zugeführten Menge an Kraftstoff. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß die Kraftstoffdüse den Kraftstoff am Einlaßventil zum Brennraum vorlagert. Bei dieser Ausführung wird die für die Verbrennung des Kraftstoffs dem Brennraum zugeführte Luft üblicherweise mit einer Drosselklappe gesteuert. Über die Stellung der Drosselklappe kann die von der Brennkraftmaschine abzugebende Leistung gesteuert werden.

Die Brennkraftmaschine besitzt beispielsweise einen

Zylinder mit einem Kolben, oder sie kann mit mehreren Zylindern und mit einer dementsprechenden Anzahl Kolben versehen sein. Vorzugsweise ist je Zylinder je eine Kraftstoffdüse vorgesehen.

Um den Umfang der Beschreibung nicht unnötig umfangreich ausfallen zu lassen, beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele auf einen Hubkolbenmotor mit vier Zylindern als Brennkraftmaschine, wobei die vier Kraftstoffdüsen den Kraftstoff direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinspritzen. Die Leistung der Brennkraftmaschine wird über Steuerung der eingespritzten Kraftstoffmenge gesteuert. Im Bereich des Leerlaufs und der (unteren) Teillast erfolgt eine Ladungsschichtung im Bereich der Zündkerze. Bei Vollast bzw. oberer Teillast wird eine homogene Verteilung zwischen Kraftstoff und Luft im Brennraum angestrebt.

Die Fig. 1 stellt ein ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Kraftstoffversorgungsanlage dar.

Die Fig. 1 zeigt einen Kraftstoffvorratsbehälter 2, eine Saugleitung 4, eine erste Kraftstoffpumpe 6, einen Elektromotor 8, eine Kraftstoffverbindung 10, ein Drosselventil 12, eine Luftzuführung 14, eine zweite Kraftstoffpumpe 16, eine Kraftstoffleitung 18 und vier Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20'''.

Die Kraftstoffverbindung 10 ist unterteilt in ein erstes Verbindungsstück 10a und in ein zweites Verbindungsstück 10b. Die Kraftstoffleitung 18 unterteilt sich in ein Leitungsstück 18a, ein Verteilstück 18b und in vier Düsenanschlußleitungen 18c, 18c', 18c'', 18c'''.

Die Fig. 1 zeigt ferner eine Steuerungseinrichtung 22, eine Energieversorgungseinheit 24, eine Druckregelvorrichtung 26, einen Luftfilter 28, einen Drucksensor 30 und einen Drucksensor 32.

Die Energieversorgungseinheit 24 liefert über eine elektrische Leitung 8e an den Elektromotor 8 elektrische Energie. Die Energieversorgungseinheit 24 ist über eine elektrische Leitung 24e mit der Steuerungseinrichtung 22 verbunden. Eine elektrische Leitung 8e' verbindet den Elektromotor 8 mit der Steuerungseinrichtung 22. Eine elektrische Leitung 26e verbindet die Druckregelvorrichtung 26 mit der Steuerungseinrichtung 22. Über eine elektrische Leitung 12e können Steuersignale von der Steuerungseinrichtung 22 an das Drosselventil 12 geliefert werden. Die Kraftstoffdüse 20 ist über eine elektrische Leitung 20e mit der Steuerungseinrichtung 22 verbunden. Entsprechend sind die Kraftstoffdüsen 20', 20'', 20''' über elektrische Leitungen 20e', 20e'', 20e''' mit der Steuerungseinrichtung 22 verbunden. Elektrische Leitungen 30e und 32e verbinden die Drucksensoren 30 und 32 mit der Steuerungseinrichtung 22. Über elektrische Leitungen 22e, 22e', 22e'' ist die Steuerungseinrichtung 22 beispielsweise mit nicht dargestellten verschiedenen Sensoren zur Sensierung der Arbeitsbedingungen der Brennkraftmaschine bzw. mit einem nicht dargestellten Sollwertgeber zur Eingabe der von einer Person von der Brennkraftmaschine gewünschten Leistung angeschlossen.

Über mechanische Übertragungsmittel 16m ist die zweite Kraftstoffpumpe 16 mechanisch mit einer nicht dargestellten Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Da die zweite Kraftstoffpumpe 16 mechanisch starr an die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, arbeitet die zweite Kraftstoffpumpe proportional zur Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine. Die Drehzahl der Abtriebswelle ist, je nach den augenblicklichen Betriebsbedingungen

der Brennkraftmaschine, sehr unterschiedlich.

Der Elektromotor 8 treibt die erste Kraftstoffpumpe 6. Die erste Kraftstoffpumpe 6 fördert Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 2 in das erste Verbindungsstück 10a der Kraftstoffverbindung 10.

Die Druckregleinrichtung 26 umfaßt beispielsweise ein hydraulisch gesteuertes Druckbegrenzungsventil. Mit dem Druckbegrenzungsventil der Druckregleinrichtung 26 kann der Druck in dem ersten Verbindungsstück 10a auf einem bestimmten, wählbaren Niveau gehalten werden. Gegebenenfalls kann die Druckregleinrichtung 26 auch mit einem elektrisch gesteuerten Druckbegrenzungsventil versehen sein und so ausgebildet sein, daß die Steuerungseinrichtung 22, je nach Bedarf, den Druck des Kraftstoffs in dem ersten Verbindungsstück 10a steuern kann, entsprechend den augenblicklichen Betriebsbedingungen und einem der Steuerungseinrichtung 22 eingegebenen Programm. Die Druckregleinrichtung 26 kann aber auch so ausgebildet sein, daß sie einen Drucksensor umfaßt, wobei der Drucksensor den Druck des Kraftstoffs in dem ersten Verbindungsstück 10a sensiert, entsprechende Signale über die elektrische Leitung 26e der Steuerungseinrichtung 22 zuführt, und die Steuerungseinrichtung 22 wiederum steuert über die elektrische Leitung 8e' die Drehzahl des Elektromotors 8, so daß sich, je nach augenblicklichen Betriebsbedingungen und in Abhängigkeit eines der Steuerungseinrichtung 22 eingegebenen Programms, in dem ersten Verbindungsstück 10a der gewünschte Druck einstellt.

Mit Hilfe der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird in dem ersten Verbindungsstück 10a ein relativ niedriger Druck erzeugt. Der Druck im ersten Verbindungsstück 10a wird relativ niedrig gewählt, damit der Elektromotor 8 zum Antreiben der ersten Kraftstoffpumpe 6 relativ schwach ausgebildet sein kann und wenig elektrische Energie benötigt.

Die zweite Kraftstoffpumpe 16 fördert den Kraftstoff aus dem zweiten Verbindungsstück 10b der Kraftstoffverbindung 10 in das Leitungsstück 18a der Kraftstoffleitung 18. Die zweite Kraftstoffpumpe 16 ist vorzugsweise so ausgelegt, daß in der Kraftstoffleitung 18 unter normalen Bedingungen ein relativ hoher Druck herrscht. Das direkte mechanische Antreiben der zweiten Kraftstoffpumpe 16 über die mechanischen Übertragungsmittel 16m mit Hilfe der Brennkraftmaschine bietet den Vorteil, daß kein separater, schwer bauender Antriebsmotor für die zweite Kraftstoffpumpe 16 benötigt wird.

Im Verlauf der Kraftstoffverbindung 10 zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 16 befindet sich das Drosselventil 12. Der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 zur zweiten Kraftstoffpumpe 16 geförderte Kraftstoff wird durch das Drosselventil 12 geleitet.

Das Drosselventil 12 ist über die elektrische Leitung 12e von der Steuerungseinrichtung 22 ansteuerbar. Die Steuerungseinrichtung 22 kann das Drosselventil 12 so ansteuern, daß, je nach Größe bzw. Art der Ansteuersignale, der Kraftstoff zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 16 mehr oder weniger gedrosselt wird. Die von der Steuerungseinrichtung 22 an das Drosselventil 12 abgegebenen Signale sind beispielsweise entweder digitale oder analoge elektrische Signale.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt das Drosselventil 12 zusätzlich noch einen Anschluß, an dem die Luftzuführung 14 angeschlossen

ist. Innerhalb des Drosselventils 12 wird dem Kraftstoff Luft zugemischt. Die Steuerungseinrichtung 22 kann über die elektrische Leitung 12e die Menge der dem Kraftstoff zugeführten Luft beeinflussen. Im Verlauf der Luftzuführung 14 gibt es den Luftfilter 28. Der Luftfilter 28 filtert die dem Kraftstoff zugemischte Luft. Anstatt für die Luftzuführung 14 den separaten Luftfilter 28 vorzusehen, kann die Luftzuführung 14 auch direkt an den Motorluftfilter angeschlossen werden, über den die Brennkraftmaschine ihre Saugluft erhält.

Durch das Leitungsstück 18a, das Verteilstück 18b und die Düsenanschußleitungen 18c, 18c', 18c'', 18c''' gelangt der Kraftstoff ohne nennenswerten Druckabfall zu den Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20'''. Die Leitung 18 und insbesondere das Verteilstück 18b der Leitung 18 dienen neben der Führung des Kraftstoffs auch als Pufferspeicher.

Die Steuerungseinrichtung 22 kann über die elektrischen Leitungen 20e, 20e', 20e'', 20e''' die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' zu jedem gewünschten Zeitpunkt öffnen und schließen, womit die Steuerungseinrichtung 22 über die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' den nicht dargestellten Brennräumen der Brennkraftmaschine die jeweils gewünschte Menge an Kraftstoff zuführen kann.

Der Drucksensor 30 ist vorzugsweise am Verteilstück 18b angeschlossen und sensiert den Druck in der Kraftstoffleitung 18 und liefert ein entsprechendes Signal über die elektrische Leitung 30e an die Steuerungseinrichtung 22. In Abhängigkeit des vom Drucksensor 30 sensierten Drucks kann die Steuerungseinrichtung 22 über die elektrische Leitung 12e die Drosselung des durch die Kraftstoffverbindung 10 strömenden Kraftstoffs beeinflussen. Mit Hilfe des Drosselventils 12 kann der Druck in der Kraftstoffleitung 18 gesteuert werden. Starke Drosselung des Kraftstoffs durch das Drosselventil 12 verringert bei gleicher Drehzahl der Brennkraftmaschine die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 16 und damit den Druck in der Kraftstoffleitung 18. Entsprechend umgekehrt, ergibt ein Reduzieren der Drosselung ein Ansteigen des Drucks in der Kraftstoffleitung 18.

Die erste Kraftstoffpumpe 6, der Elektromotor 8, die Kraftstoffverbindung 10, das Drosselventil 12, die zweite Kraftstoffpumpe 16 und die Druckregleinrichtung 26 können in einem gemeinsamen Kraftstoffversorgungsblock 34 zusammengefaßt sein. In dem Kraftstoffversorgungsblock 34 können auch nur einzelne dieser genannten Komponenten zusammengefaßt sein. Insbesondere kann die erste Kraftstoffpumpe 6 außerhalb des Kraftstoffversorgungsblocks 34 angeordnet sein. Die erste Kraftstoffpumpe 6 ist vorzugsweise direkt im Kraftstoffvorratsbehälter 2 angeordnet. Es ist auch möglich, sämtliche genannten Elemente separat anzuordnen. Sind die beiden Kraftstoffpumpen 6, 16 separat angeordnet, so ist die Kraftstoffverbindung 10 beispielsweise in Form eines flexiblen Schlauches ausgebildet, und sind die beiden Kraftstoffpumpen 6, 16 in dem gemeinsamen Kraftstoffversorgungsblock 34 zusammengefaßt, so ist die Kraftstoffverbindung 10 beispielsweise eine durch den Kraftstoffversorgungsblock 34 führende Bohrung und das Drosselventil 12 ist als Einsatz in den Kraftstoffversorgungsblock 34 integriert bzw. angebaut.

Da der Drucksensor 32 und die elektrischen Leitungen 8e', 26e, 32e spezielle Ausführungsvarianten sind, sind diese Teile gestrichelt dargestellt.

Die Fig. 2 zeigt in beispielhafter Form, mit geändertem Maßstab eine Einzelheit der erfindungsgemäßen

Kraftstoffversorgungsanlage.

In allen Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Sofern nichts Gegenteiliges erwähnt bzw. in der Zeichnung dargestellt ist, gilt das anhand eines der Figuren Erwähnte und Dargestellte auch bei den anderen Ausführungsbeispielen. Sofern sich aus den Erläuterungen nichts anderes ergibt, sind die Einzelheiten der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombinierbar.

Bei der in der Fig. 2 dargestellten Einzelheit der Kraftstoffversorgungsanlage umfaßt das Drosselventil 12 einen Ventilblock 42, einen Ventilkörper 44, eine Betätigungseinrichtung 46, ein Rückschlagventil 48, einen Diffusor 50, eine Verwirbelungseinrichtung 52 und einen steuerbaren Strömungsquerschnitt 55.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Ventilblock 42. Der Ventilblock 42 ist der besseren Übersichtlichkeit so dargestellt, als würde er aus einem einzigen ungeteilten Materialstück bestehen. Der Fachmann weiß aber trotzdem, wie der Ventilblock 42 zusammengesetzt sein muß, damit die darin anzuordnenden Teile eingebaut werden können.

Die Betätigungseinrichtung 46 umfaßt beispielhaft einen Elektromagneten 46a und eine Rückstellfeder 46b.

Am Ventilblock 42 ist eine Steuerstelle 42a, und am Ventilkörper 44 ist eine Steuerstelle 44a vorgesehen. Der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 erstreckt sich zwischen der Steuerstelle 42a am Ventilblock 42 und der Steuerstelle 44a am Ventilkörper 44.

Der Diffusor 50 besteht beispielhaft im wesentlichen aus einem luftdurchlässigen, ringförmigen Material 58, das in einen im Ventilblock 42 vorgesehenen Ringraum 59 eingelegt ist. Die Luftdurchlässigkeit erreicht man beispielsweise durch die Verwendung von porösem Material. Das Material 58 kann z. B. durch Sintern von Pulver hergestellt werden. Der Diffusor 50 kann aber auch durch von dem Ringeinstich 59 radial nach innen verlaufende Kanäle bzw. Bohrungen gebildet werden.

Durch Bestromen des Elektromagneten 46a der Betätigungseinrichtung 46 wird der Ventilkörper 44 so verstellt, daß sich der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 zwischen den beiden Steuerstellen 42a, 44a vergrößert. Wird die Energiezufuhr zur Betätigungseinrichtung 46 abgestellt, so verstellt die Rückstellfeder 46b den Ventilkörper 44 in Richtung Schließen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55.

Die Verwirbelungseinrichtung 52 besteht im wesentlichen z. B. aus einer Bohrung 52a oder aus mehreren Bohrungen 52a und einer konisch verlaufenden Prallfläche 52b.

Das Rückschlagventil 48 im Verlauf der Luftzuführung 14 besteht im wesentlichen aus einer Ventilplatte 48a und einer Ventildfeder 48b. Durch die Ventilplatte 48a verlaufen mehrere Bohrungen. Die Ventildfeder 48b und die Ventilplatte 48a mit den Bohrungen sind im Ventilblock 42 so angeordnet, daß die durch die Luftzuführung 14 strömende Luft in Richtung der den Kraftstoff führenden Kraftstoffverbindung 10 strömen kann. Andererseits versperrt das Rückschlagventil 48 die entgegengesetzte Strömungsrichtung durch die Luftzuführung 14.

Anhand der Fig. 1 wurde erläutert, daß die erste Kraftstoffpumpe 6 den Kraftstoff in das erste Verbindungsstück 10a der Kraftstoffverbindung 10 fördert. Wie die Fig. 2 zeigt, gelangt der Kraftstoff vom ersten Verbindungsstück 10a durch die Bohrungen 52a der Verwirbelungseinrichtung 52 zum steuerbaren Strömungsquerschnitt 55.

Nach Verlassen der Bohrungen 52a trifft der Kraftstoff bzw. ein Teil des durchströmenden Kraftstoffs auf die Prallfläche 52b der Verwirbelungseinrichtung 52. Durch diese mehrfache Umlenkung des Kraftstoffs bekommt die Strömung des Kraftstoffs einen intensiven Drall. Anschließend strömt der Kraftstoff durch den steuerbaren Strömungsquerschnitt 55. Abhängig von der Stellung des Ventilkörpers 44 gegenüber dem Ventilblock 42 wird der Kraftstoff im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 mehr oder weniger gedrosselt. Deshalb steht der Kraftstoff hinter dem Strömungsquerschnitt 55 (in Strömungsrichtung betrachtet) unter einem Druck, der niedriger ist als der Druck des Kraftstoffs vor dem steuerbaren Strömungsquerschnitt 55. Durch entsprechend kleines Einstellen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55, d. h. durch entsprechendes Drosseln des Kraftstoffs im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 kann erreicht werden, daß der Druck hinter dem steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 und damit in dem zweiten Verbindungsstück 10b unter den Atmosphärendruck absinkt.

Nach Verlassen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 gelangt der Kraftstoff in einen Ventilraum 60. Von dem Ventilraum 60 kann der Kraftstoff durch einen Durchlaß 42b bzw. durch mehrere Durchlässe 42b praktisch ungedrosselt in das zweite Verbindungsstück 10b der Kraftstoffverbindung 10 gelangen.

Vom Luftfilter 28 (Fig. 1) gelangt Luft durch die Luftzuführung 14, über das Rückschlagventil 48 in den Ringraum 59. Der Ringraum 59 erstreckt sich weitgehend konzentrisch um den Ventilraum 60 (Fig. 2). Infolge des Ringraums 59 strömt die Luft radial von allen Seiten durch das luftdurchlässige Material 58 des Diffusors 50 in den Ventilraum 60. Der Diffusor 60 befindet sich direkt an einer Einmündung 14a der Luftzuführung 14 in die Kraftstoffverbindung 10. Der Diffusor 60 sorgt dafür, daß die Luft möglichst von allen Seiten gleichmäßig und an sehr vielen weit verteilten kleinen Punkten in den den Kraftstoff enthaltenden Ventilraum 60 einmündet. Der Diffusor 50 bewirkt, daß die Luft gleichmäßig verteilt mit dem Kraftstoff in Berührung kommt. Damit wird erreicht, daß möglichst viel Luft vom Kraftstoff aufgenommen wird und als homogenes Gemisch zu den Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' gelangt.

Das zweite Verbindungsstück 10b der Kraftstoffverbindung 10 ist mit der Saugseite der zweiten Kraftstoffpumpe 16 verbunden. Die zweite Kraftstoffpumpe 16 saugt den Kraftstoff aus dem zweiten Verbindungsstück 10b. Dies führt zu einer Druckabsenkung im zweiten Verbindungsstück 10b und damit auch zu einer Druckabsenkung im Ventilraum 60. Die Kraftstoffversorgungsanlage kann so ausgelegt sein, daß der Druck des Kraftstoffs im Ventilraum 60 so weit absinkt, daß ohne irgendwelche Pumpe Luft aus der Luftzuführung 14 in den Ventilraum 60 angesaugt wird. Mit Verkleinerung des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 sinkt der Druck im Ventilraum 60. Bei relativ weit geöffnetem Strömungsquerschnitt 55 ist die Absenkung des Drucks im Ventilraum 60 gering. Bei starker Absenkung des Drucks im Ventilraum 60 strömt viel Luft durch die Luftzuführung 14 in den Ventilraum 60, und bei geringer Absenkung des Drucks im Ventilraum 60 strömt relativ wenig Luft durch die Luftzuführung 14 in den Ventilraum 60. Somit ist es der Steuerungseinrichtung 22 mit Hilfe der Betätigungseinrichtung 46 möglich, durch Verändern des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 die Menge der durch die Luftzuführung 14 in den Ventilraum 60 gelangenden Luft zu steuern. Mit Hilfe der

zweiten Kraftstoffpumpe 16 kann der Druck im Ventilraum 60 so weit abgesenkt werden, daß die Luft durch die Luftzuführung 14 ohne Zuhilfenahme einer Luftpumpe in den Ventilraum 60 strömt. Es ist aber auch möglich, im Verlauf der Luftzuführung 14 eine Luftpumpe vorzusehen, die für einen gewissen relativ geringen Überdruck an der Einmündung 14a der Luftzuführung 14 in den Ventilraum 60 sorgt. Weil die durch die Luftzuführung 14 zuzugebende Menge an Luft relativ gering ist, zumindest ist diese Menge Luft wesentlich geringer als die von der Brennkraftmaschine insgesamt benötigte Luft, kann diese evtl. vorzusehende Luftpumpe relativ klein ausgeführt sein und mit wenig Antriebsenergie auskommen.

Die zweite Kraftstoffpumpe 16 fördert den Kraftstoff bzw. das Gemisch aus Luft und Kraftstoff in die Kraftstoffleitung 18 (Fig. 1). In den Düsenanschlußleitungen 18c, 18c', 18c'', 18c''' der Kraftstoffleitung 18 wird der Kraftstoff bzw. das Gemisch unter relativ hohem Druck den Kraftstoffdüsen 20 vorgelagert. Je nach Menge des von der Brennkraftmaschine benötigten Kraftstoffs öffnet die Steuerungseinrichtung 22 die Kraftstoffdüsen 20, so daß der Kraftstoff zur genau richtigen Zeit und in der genau richtigen Menge in die nicht dargestellten einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine gelangen kann.

Je nach Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine soll in der Kraftstoffleitung 18 ein ganz bestimmter Druck herrschen. Dieser Druck wird vom Drucksensor 36 sensiert. Ist der Druck in der Kraftstoffleitung 18 zu hoch, so meldet dies der Drucksensor 30 an die Steuerungseinrichtung 22, und diese wiederum verstellt über die Betätigungseinrichtung 46 den steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 in Richtung Schließen. Damit kann die zweite Kraftstoffpumpe 16 weniger Kraftstoff in die Kraftstoffleitung 18 fördern und, weil durch die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' mehr oder weniger dauernd Kraftstoff aus der Kraftstoffleitung 18 abgenommen wird, sinkt durch das Schließen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 der Druck in der Kraftstoffleitung 18. Umgekehrt kann durch Öffnen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 der Druck in der Kraftstoffleitung 18 angehoben werden.

Die Möglichkeit, den Druck in der Kraftstoffleitung 18 durch Öffnen bzw. Schließen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 zu steuern, bietet die Möglichkeit beispielsweise auf ein Drucksteuerventil in der Kraftstoffleitung 18 zu verzichten, welches andernfalls erforderlich wäre, um von dem unter hohem Druck in der Kraftstoffleitung 18 sich befindenden Kraftstoff eine Teilmenge in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückzuleiten. Da bei diesem bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage nicht erforderlichen Drucksteuerventil der Druckabfall wesentlich größer wäre als der Druckabfall im Bereich des erfindungsgemäß vorgesehenen Drosselventils 12 mit dem steuerbaren Strömungsquerschnitt 55, ist die Dissipation wesentlich geringer als wenn das Drucksteuerventil vorgesehen werden müßte. Dies führt zu einer erheblichen Einsparung der von der Brennkraftmaschine abzuzweigenden Leistung und damit zu einer erheblich geringeren Erwärmung des Kraftstoffs. Die Erwärmung des Kraftstoffs birgt die Gefahr von Dampfblasen in sich.

Die Fig. 3 zeigt mit geändertem Maßstab eine weitere Ansicht des Drosselventils 12. Dargestellt ist die in der Fig. 2 mit dem Pfeil III markierte Blickrichtung.

Die Fig. 3 zeigt, daß die Bohrungen 52a der Verwirbelungseinrichtung 52 von der dem ersten Verbindungsstück 10a zugewandten Seite des Drosselventils 12 aus-

gehen. Von dieser Seite aus erstrecken sich die Bohrungen 52a in Richtung der Prallfläche 52b, und zwar so, daß der Kraftstoff gleichzeitig zur Seite hin abgelenkt wird und dabei auch noch einen Drall in Umfangsrichtung erhält. An der Prallfläche 52b wird der Kraftstoff nochmals umgelenkt und gelangt dann rotierend durch den steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 in den Bereich des Ventilraums 60 mit der Einmündung 14a der Luftzuführung 14.

Die Fig. 4 zeigt eine weitere beispielhaft ausgewählte Möglichkeit zur Ausführung des Drosselventils 12 der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage.

Wie die Fig. 4 zeigt, befindet sich bei diesem Ausführungsbeispiel die Einmündung 14a der Luftzuführung 14 in die Kraftstoffverbindung 10 direkt im Bereich zwischen der Steuerstelle 42a des Ventilblocks 42 und der Steuerstelle 44a des Ventilkörpers 44. Zwischen den beiden Steuerstellen 42a und 44a hat der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 seinen engsten Querschnitt, so daß in diesem Bereich die Geschwindigkeit der Strömung des Kraftstoffs den höchsten Wert erreicht. Da die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich zwischen den beiden Steuerstellen 42a, 44a am höchsten ist, ist an dieser Stelle der Druck des Kraftstoffs am niedrigsten, weshalb an dieser Stelle die Saugwirkung zum Ansaugen der Luft aus der Luftzuführung 14 am wirkungsvollsten ist. Ferner ergibt sich durch den relativ niedrigen Druck und die hohe Strömungsgeschwindigkeit zwischen den beiden Steuerstellen 42a, 44a eine besonders intensive, homogene Vermischung der Luft mit dem Kraftstoff. Bei der nachfolgenden Verdichtung des Gemisches in der zweiten Kraftstoffpumpe 16 geht dann die Luft im Kraftstoff in Lösung.

Die Maßnahme mit der Verwirbelungseinrichtung 52 und die Maßnahme mit dem Diffusor 50, sowie die Maßnahme, den Diffusor 50 direkt vor der Einmündung 14a der Luftzuführung 14 vorzusehen und ebenso auch die Maßnahme, die Einmündung 14a der Luftzuführung 14 direkt im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 anzuordnen, führen jede für sich zu einer Verbesserung der Vermischung der Luft mit dem Kraftstoff. Die Kombination zweier oder mehrerer oder aller dieser Maßnahmen führt zu einer weiteren Verbesserung der Durchmischung des Kraftstoffs mit der Luft.

Die Fig. 5 zeigt beispielhaft eine weitere Möglichkeit zur Ausbildung der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage.

Bei den in den Fig. 2 und 4 gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Betätigungseinrichtung 46 so ausgebildet, daß mit zunehmender Bestromung des Elektromagneten 46a der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 zunehmend geöffnet wird. Bei nachlassender Bestromung des Elektromagneten 46a stellt die Rückstellfeder 46b den Ventilkörper 44 in Richtung Schließen des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55. Bei dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies umgekehrt. Dort erreicht bei nicht angesteuerter Betätigungseinrichtung 46, d. h. bei unbestromtem Elektromagneten 46a, der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 seine maximal mögliche Größe. Die in der Fig. 5 dargestellte Ausführung bietet somit den Vorteil, daß bei Ausfall der Stromzufuhr zur Betätigungseinrichtung 46 der volle Querschnitt des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 zur Verfügung steht. Damit kann auch bei einem Ausfall der Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 46 die Brennkraftmaschine in einem Notbetrieb weiterbetrieben werden, allerdings unter gewissen Einschränkungen bezüglich ihrer Steuerbarkeit und/oder ihrem Wirkungs-



grad.

Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist bei Ausfall der Bestromung des Elektromagneten 46a der Ventilkörper 44 in Schließrichtung des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 verstellt. Man kann das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel so ausbilden, daß die Verstellmöglichkeit des Ventilkörpers 44 in Schließrichtung so begrenzt ist, daß die Rückstellfeder 46b der Betätigungseinrichtung 46 den Ventilkörper 44 nur so weit in Schließrichtung betätigen kann, daß auch bei vollständig unbestromtem Elektromagneten 46a zwischen der Steuerstelle 42a und der Steuerstelle 44a ein Abstand verbleibt, so daß auch bei einem Ausfall der Stromzufuhr zur Betätigungseinrichtung 46 der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 nicht vollständig geschlossen ist. Die Bauteile des Drosselventils 12 sind beispielsweise so dimensioniert, daß auch bei vollständig stromlosem Elektromagnet 46a zwischen den beiden Steuerstellen 42a, 44a ein einen Mindestdurchlaß gewährleistender Notdurchflußquerschnitt 66 verbleibt. Da diese Möglichkeit eventuell gewisse Toleranzprobleme mit sich bringen kann, wird, wie Fig. 2 zeigt, vorgeschlagen, einen Durchlaß 62 vorzusehen. Der Durchlaß 62 verbindet unter Umgehung des steuerbaren Strömungsquerschnitts 55 den stromaufwärts vom steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 sich befindenden Bereich mit dem Ventilraum 60. Der Durchlaß 62 bildet den Notdurchflußquerschnitt 66, der auch bei einer Störung der Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 46 einen Mindestdurchlaß von Kraftstoff durch die Kraftstoffverbindung 10 sicherstellt. Der Durchlaß 62 kann auch im Ventilkörper 44 vorgesehen sein. Bei dem in der Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist entlang einer Mantellinie der kegelförmig geformten Steuerstelle 44a des Ventilkörpers 44 eine Einkerbung 64 vorgesehen. Durch diese Einkerbung 64 wird sichergestellt, daß auch bei Ausfall der Bestromung des Elektromagneten 46a bzw. bei einer Störung der Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 46 zumindest der durch die Einkerbung 64 gebildete Notdurchflußquerschnitt 66 verbleibt. Die Einkerbung 64 kann an der Steuerstelle 42a und/oder an der Steuerstelle 44a vorgesehen sein. Auch die Fig. 5 zeigt den Durchlaß 62. Bei dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel wird mit dem Durchlaß 62 sichergestellt, daß auch dann, wenn der Elektromagnet 46a mit voller Stromstärke bestromt wird, mindestens der Notdurchflußquerschnitt 66 vorhanden ist. Falls die Möglichkeit bestehen soll, die Verbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 16 vollständig schließen zu können, kann selbstverständlich bei allen Ausführungsbeispielen auf den Notdurchflußquerschnitt 66 verzichtet werden.

Es gibt Brennkraftmaschinen, bei denen, wenn keine Leistung abverlangt wird, z. B. während eines Schubbetriebs, die Kraftstoffzufuhr in die Brennräume unterbrochen wird. Für diese Brennkraftmaschinen ist es günstig, das Drosselventil 12 so auszubilden, daß der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 vollständig geschlossen werden kann und damit auf den Notdurchflußquerschnitt 66 zu verzichten. Durch vollständiges Schließen des Drosselventils 12 kann erreicht werden, daß auch dann, wenn die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' während des Schubbetriebs geschlossen bleiben, der Druck in der Kraftstoffleitung 18 vor den Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' auf einem bestimmten Niveau gehalten werden kann.

Für den Gesamtwirkungsgrad der Brennkraftmaschine ist es günstig, wenn im Bereich der Vollast und der

oberen Teillast, d. h. wenn die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' viel Kraftstoff zumessen sollen, in der Kraftstoffleitung 18 ein hoher Druck herrscht. Dies gilt insbesondere, wenn die Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' direkt in die Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen. Wird viel Kraftstoff je Zeiteinheit unter hohem Druck eingespritzt, so ist es nicht notwendig, dem Kraftstoff vor den Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' viel Luft zuzugeben. Zur Darstellung einer stabilen Einspritzung bei kleinen Einspritzmengen, ist es wegen den nicht beliebig verkürzbaren Schaltzeiten der Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' notwendig, den Einspritzdruck abzusenken. Damit dies zu keiner Verschlechterung der Kraftstoffaufbereitung beim Einspritzen führt, ist es sinnvoll, in diesem Fall dem Kraftstoff, entsprechend dem vorgegebenen Druckniveau, Luft beizumischen. Mit der beispielhaft beschriebenen und dargestellten Kraftstoffversorgungsanlage können diese Forderungen auf einfache und geschickte Weise erfüllt werden. Die Steuerungseinrichtung 22 kann so ausgelegt werden, daß im Bereich der Vollast der Brennkraftmaschine der steuerbare Strömungsquerschnitt 55 weit geöffnet ist. Dadurch wird erreicht, daß in der Kraftstoffleitung 18 vor den Kraftstoffdüsen 20, 20', 20'', 20''' ein hoher Druck herrscht und daß über die Luftzuführung 14 keine bzw. relativ wenig Luft in die Kraftstoffverbindung 10 zugemischt wird. Ferner kann die Steuerungseinrichtung 22 im Bereich der unteren Teillast und des Leerlaufs der Brennkraftmaschine den steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 nahezu schließen bzw. bei Vorsehen des Notdurchflußquerschnitts 66 den steuerbaren Strömungsquerschnitt 55 vollständig schließen. Damit wird erreicht, daß im Bereich des Leerlaufs und der unteren Teillast in der Kraftstoffleitung 18 ein niedriger Druck herrscht, und gleichzeitig wird über die Luftzuführung 14 relativ viel Luft in den durch die Kraftstoffverbindung 10 strömenden Kraftstoff zugemischt.

Die dem Kraftstoff über die Luftzuführung 14 zugeführte Menge an Luft dient im wesentlichen dazu, den Kraftstoff möglichst optimal aufzubereiten, damit sich im Brennraum ein sehr gut zündfähiges Gemisch bilden kann. Selbstverständlich kann in die Brennräume der Brennkraftmaschine weiterhin auf bekannte Weise und gegebenenfalls über ein mit Hilfe einer Drosselklappe steuerbares Saugrohr die größere für die Verbrennung erforderliche Luftmenge zugeführt werden. Die über die Luftzuführung 14 zugeführte Menge an Luft ist eher klein gegenüber der über das Saugrohr in die Brennräume zugeführten Luftmenge.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, einer ersten Kraftstoffpumpe, einer zweiten Kraftstoffpumpe und mit mindestens einer Kraftstoffdüse, wobei die erste Kraftstoffpumpe Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter über eine Kraftstoffverbindung zur zweiten Kraftstoffpumpe fördert und die zweite Kraftstoffpumpe den Kraftstoff zur mindestens einen Kraftstoffdüse fördert, über die der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kraftstoffverbindung (10) zwischen der ersten Kraftstoffpumpe (6) und der zweiten Kraftstoffpumpe (16) ein Drosselventil (12) mit einem steuerbaren Strömungsquerschnitt (55) zwischen-

geschaltet ist.

2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kraftstoffverbindung (10) zwischen der ersten Kraftstoffpumpe (6) und der zweiten Kraftstoffpumpe (16) eine Luftzuführung (14) einmündet. 5

3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzuführung (14) zwischen dem steuerbaren Strömungsquerschnitt (55) und der zweiten Kraftstoffpumpe (16) in die Kraftstoffverbindung (10) einmündet. 10

4. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzuführung (14) im Bereich des steuerbaren Strömungsquerschnitts (55) in die Kraftstoffverbindung (10) einmündet. 15

5. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Luftzuführung (14) zugeführte Luft in der Luftzuführung (14) durch einen Diffusor (50) geleitet wird. 20

6. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor (50) im Bereich der Einmündung (14a) der Luftzuführung (14) in die Kraftstoffverbindung (10) vorgesehen ist. 25

7. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf der Kraftstoffverbindung (10) eine Verwirbelungseinrichtung (52) vorgesehen ist.

8. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verwirbelungseinrichtung (52) stromaufwärts im Bereich kurz vor der Einmündung (14a) der Luftzuführung (14) vorgesehen ist. 30

9. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Verstellen des steuerbaren Strömungsquerschnitts (55) des Drosselventils (12) eine Betätigungseinrichtung (46) vorgesehen ist, wobei durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung (46) der steuerbare Strömungsquerschnitt (55) in Richtung Öffnen verstellbar ist. 35 40

10. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Verstellen des steuerbaren Strömungsquerschnitts (55) des Drosselventils (12) eine Betätigungseinrichtung (46) vorgesehen ist, wobei durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung (46) der steuerbare Strömungsquerschnitt (55) in Richtung Schließen verstellbar ist. 45 50

11. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Drosselventil (12) die Kraftstoffverbindung (10) vollständig schließbar ist.

12. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer gestörten Ansteuerung der Betätigungseinrichtung (46) für den Kraftstoff ein Notdurchflußquerschnitt (62, 64, 66) durch die Kraftstoffverbindung (10) verbleibt. 55 60

13. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der steuerbare Strömungsquerschnitt (55) in Abhängigkeit eines im Bereich zwischen der zweiten Kraftstoffpumpe (16) und der mindestens einen Kraftstoffdüse (20, 20', 20'', 20''') vorhandenen Drucks gesteuert wird. 65

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

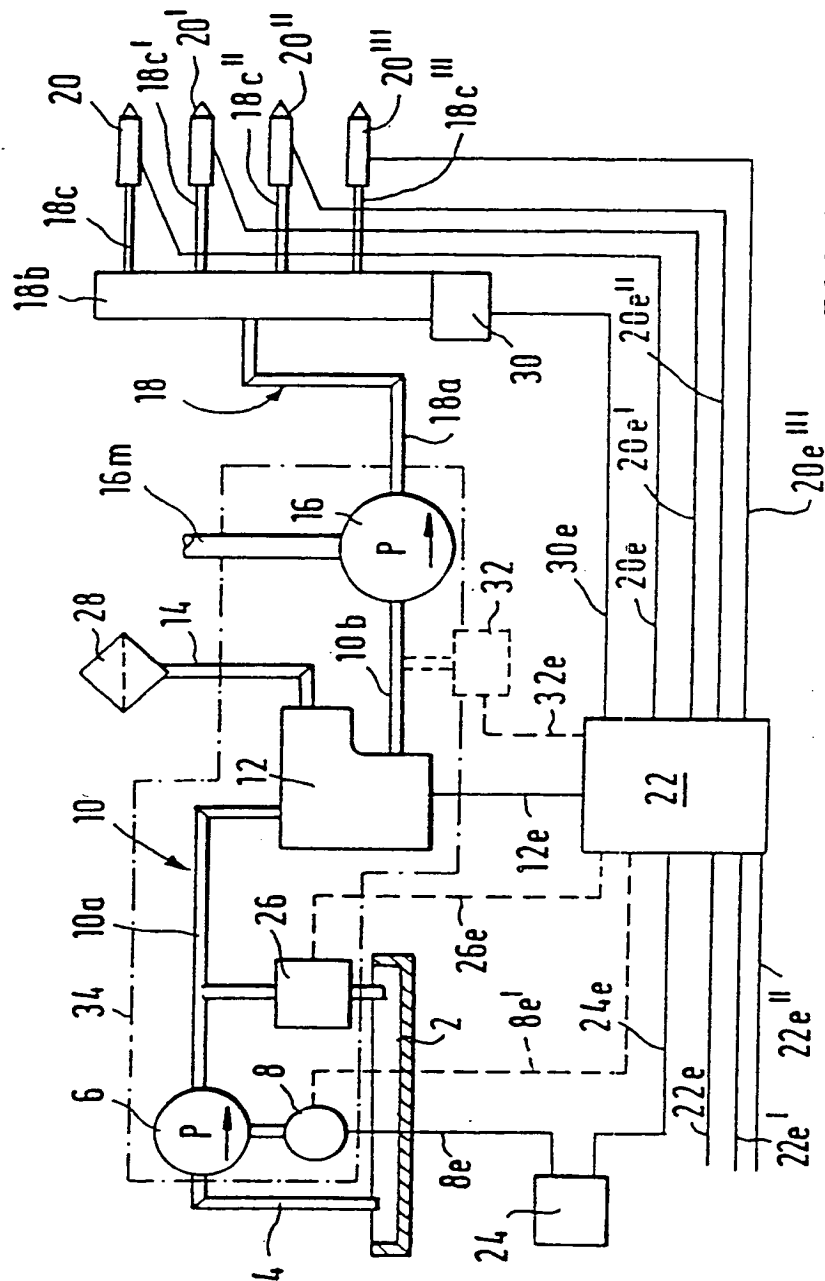
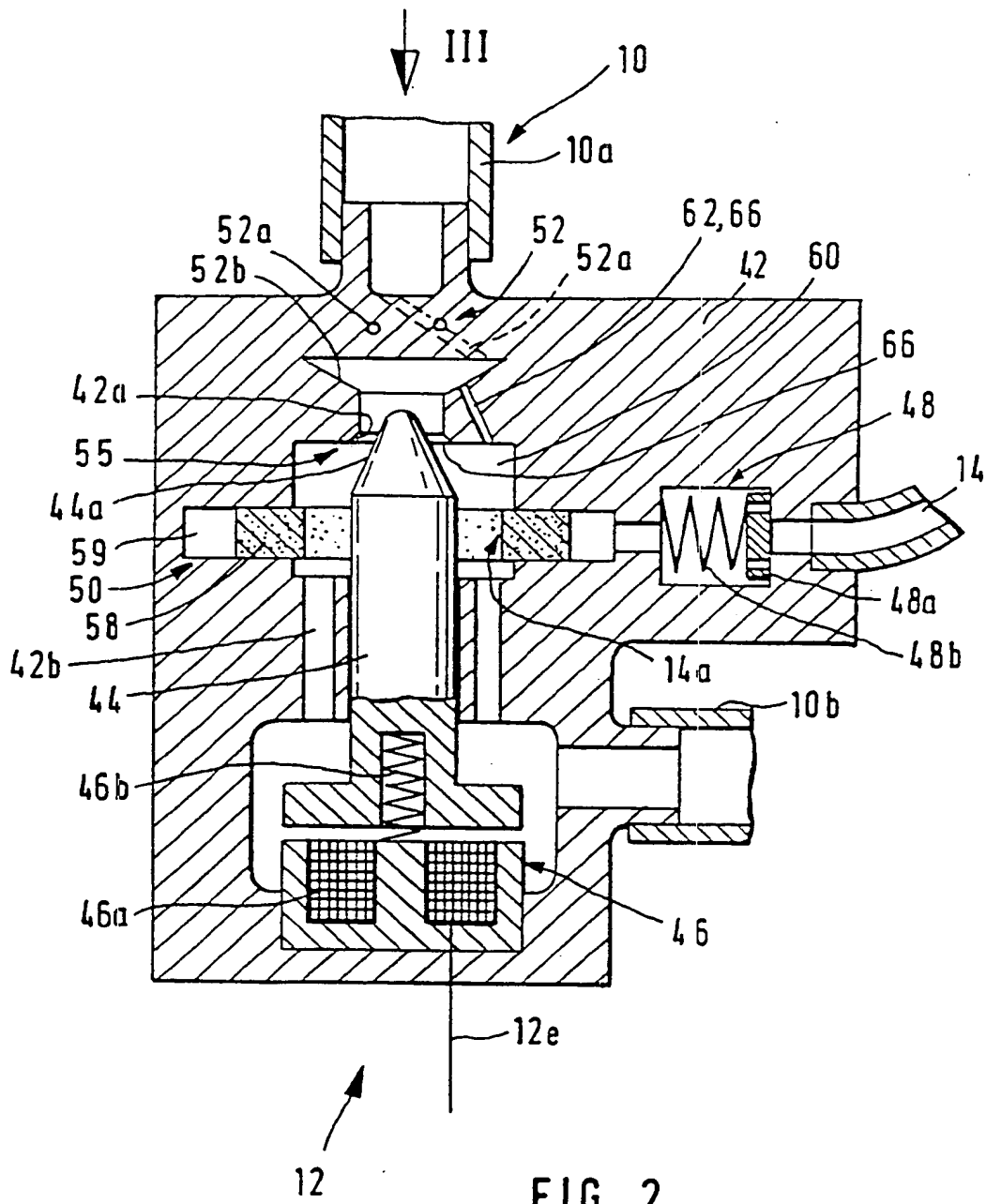


FIG. 1



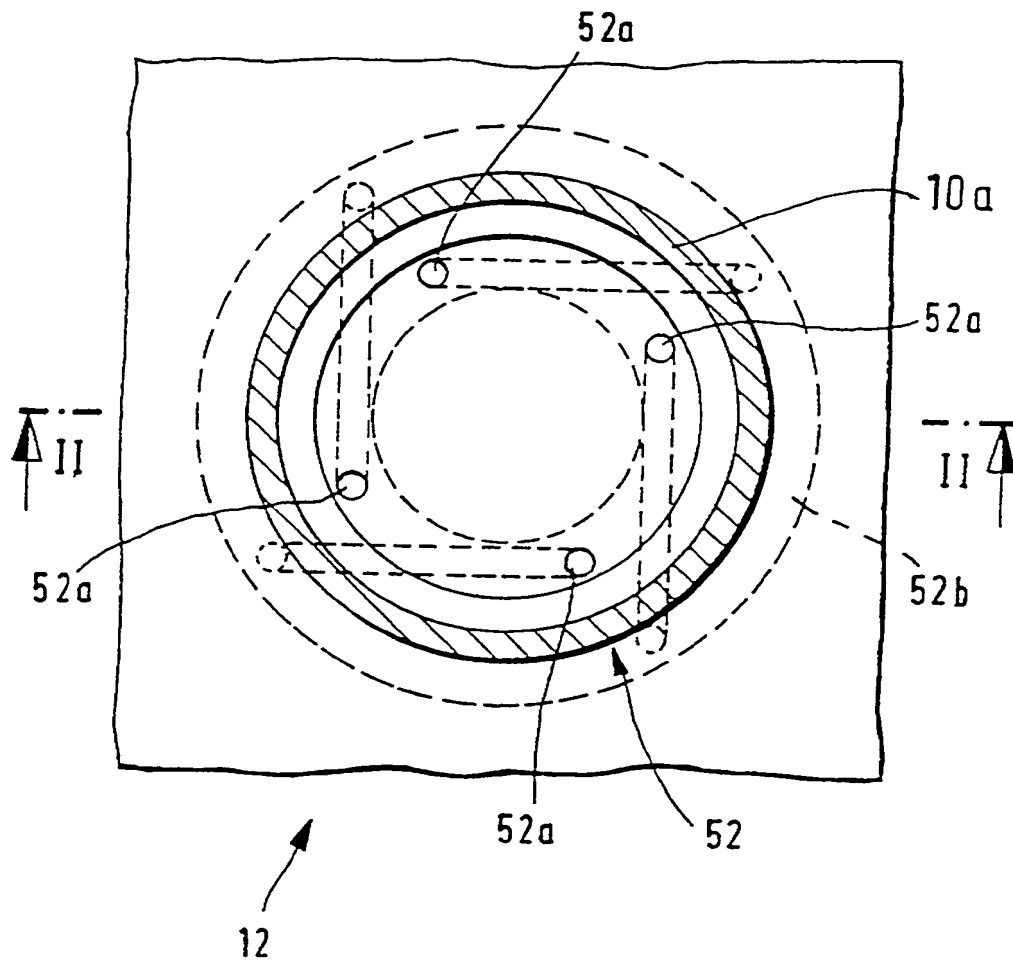


FIG. 3

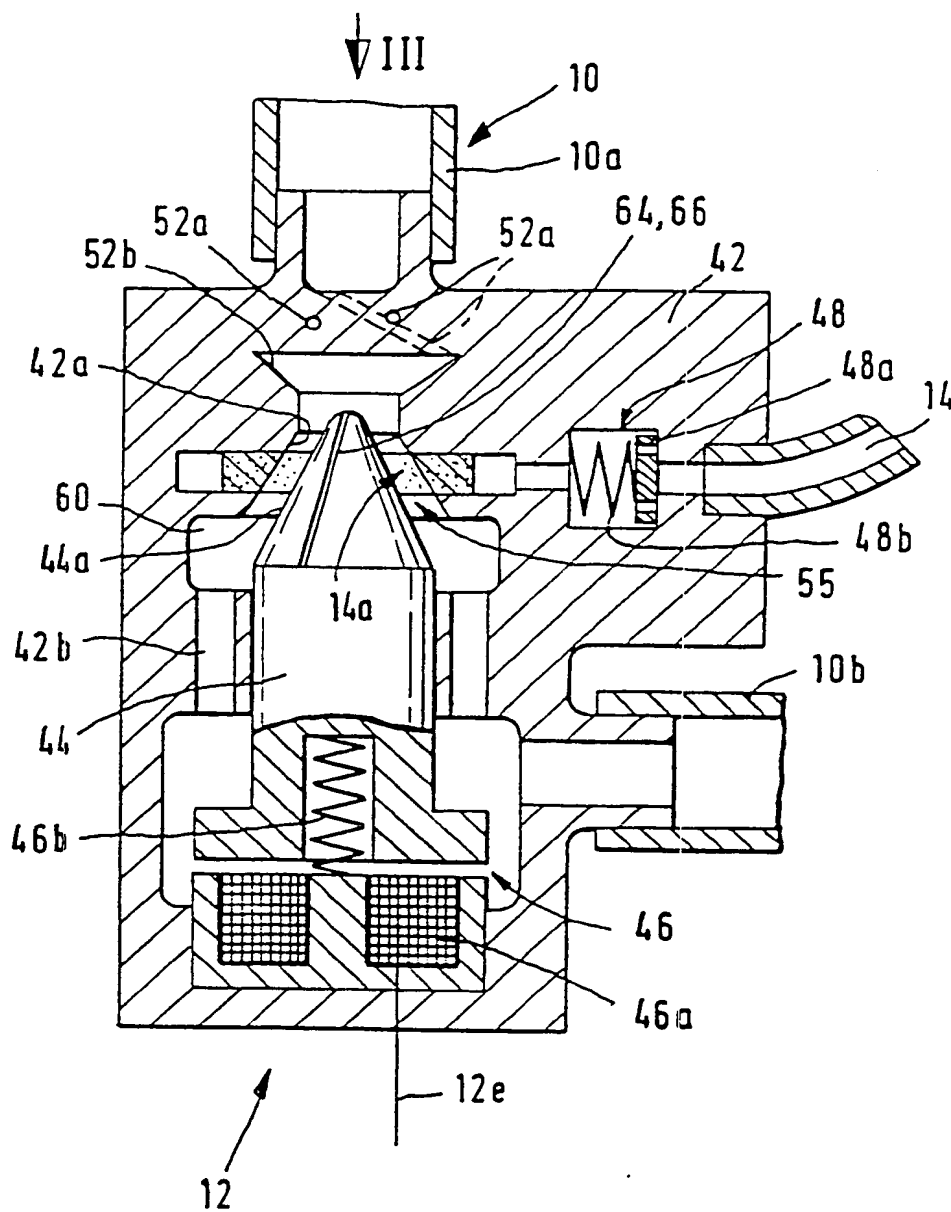


FIG. 4

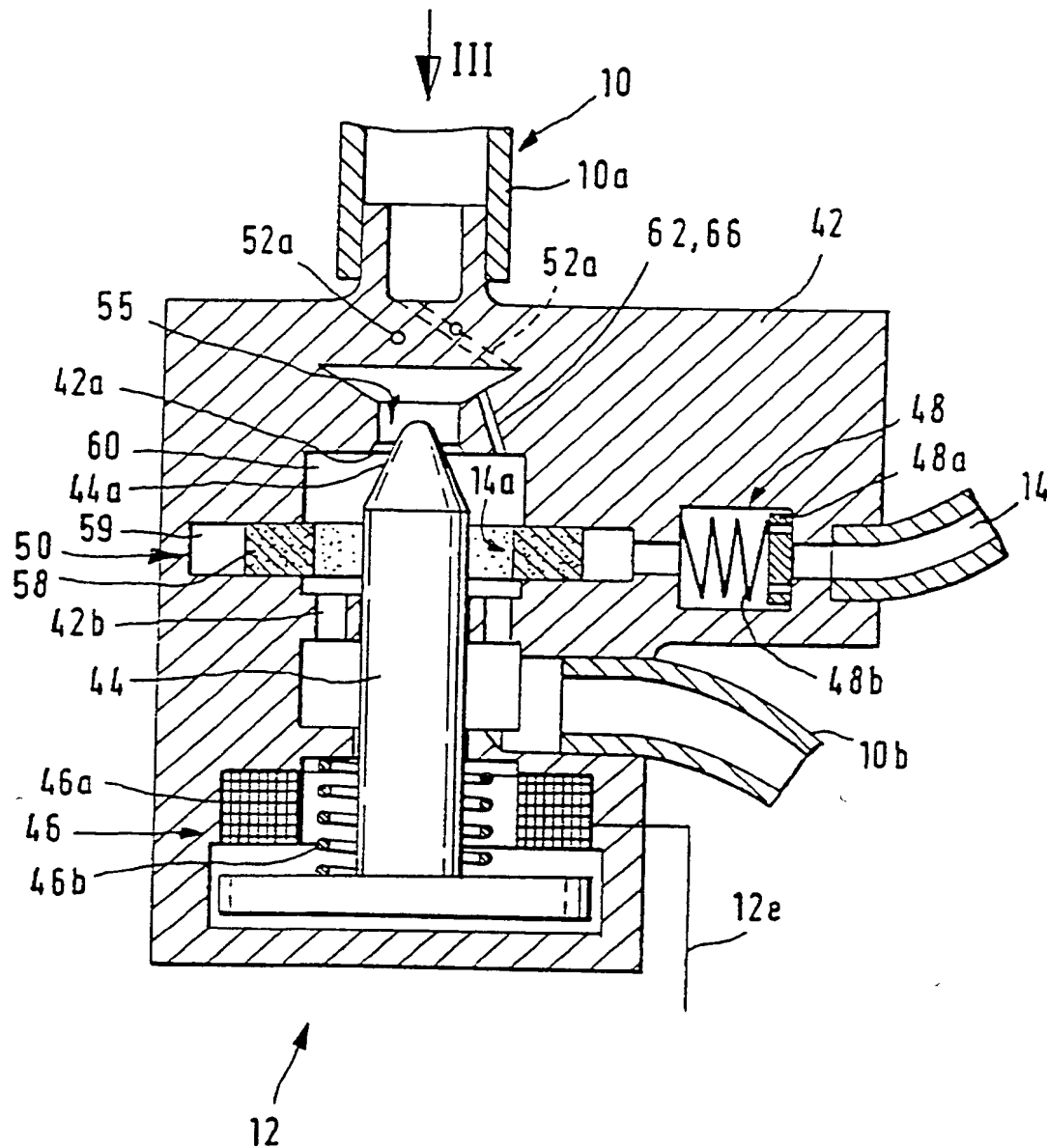


FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**